

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-126556

(43)Date of publication of application : 21.05.1993

(51)Int.Cl.

G01B 21/20

G01B 5/20

(21)Application number : 03-319897

(71)Applicant : MITSUTOYO CORP

(22)Date of filing : 07.11.1991

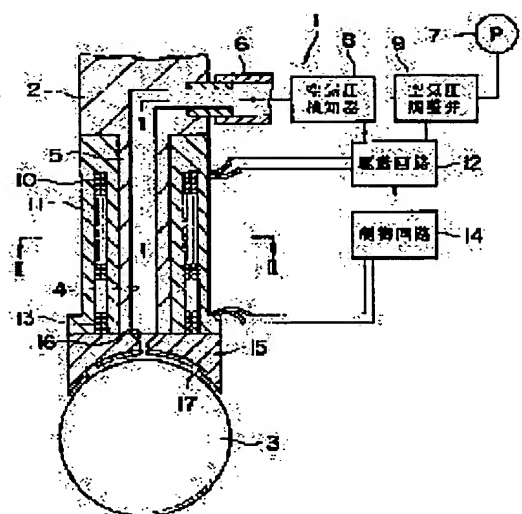
(72)Inventor : NISHIKAWA KIHACHIRO
NISHIMURA KUNITOSHI
TAKAMASU KIYOSHI

(54) PROBE FOR THREE-DIMENSIONAL MEASURING MACHINE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a probe for three-dimensional measuring machine which can eliminate the friction between the probe and an object to be measured and can accurately measure the object even when the object has a three-dimensional curved surface.

CONSTITUTION: After a ball 3 is placed on the front end of the stylus 2 of this probe 1, the ball 3 is attracted in the direction in which the ball 3 approaches the stylus 2 by the magnetic force of a magnetic circuit composed of a coil 10 and, at the same time, is forced in the direction in which the ball 3 is separated from the stylus 2 by means of air supplied from an air supplying source 7 through an air supplying hole 4 and nozzle 16. A control circuit 14 maintains the ball 3 at a prescribed distance from the stylus 2 by adjusting the attracting force of the magnetic circuit. Since the ball 3 can freely rotate even when it is in contact with an object to be measured, no frictional force is produced between the ball 3 and object and the object can be measured with high accuracy.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.06.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2067804

[Date of registration] 10.07.1996

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

09.10.2001

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-126556

(43)公開日 平成5年(1993)5月21日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 1 B 21/20
5/20

識別記号

1 0 1 P
J

庁内整理番号

7617-2F
8605-2F

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-319897

(22)出願日 平成3年(1991)11月7日

(71)出願人 000137694

株式会社ミットヨ
東京都港区芝5丁目31番19号

(72)発明者 西川 喜八郎

神奈川県横浜市緑区長津田町3丁目18番16号

(72)発明者 西村 国俊

神奈川県川崎市高津区坂戸165番地 株式
会社ミットヨ開発研究所内

(72)発明者 高増 潔

東京都武蔵野市中町2-19-4-101

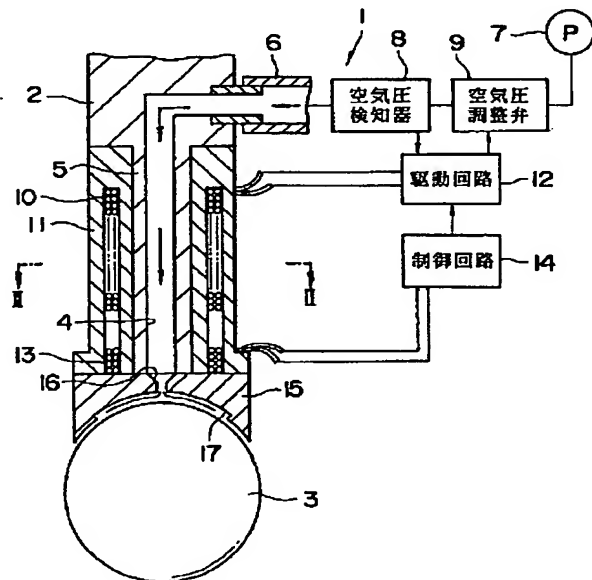
(74)代理人 弁理士 木下 実三 (外2名)

(54)【発明の名称】 三次元測定機用プローブ

(57)【要約】

【目的】 プローブと被測定物との摩擦を無くすることができ、三次元曲面を有する被測定物であっても高精度に測定できる三次元測定機用プローブの提供。

【構成】 プローブ1のスタイラス2の先端に球3を配置し、球3をコイル10による磁気回路によりスタイラス2に近づく方向に吸引するとともに、エア供給源7からエア供給孔4、ノズル16を介して供給される空気によりスタイラス2から離れる方向に付勢し、制御回路14で吸引力を調整して球3をスタイラス2から所定間隔離れた位置に保持する。球3は被測定物に当接しても自由に回転できるので、被測定物との間に摩擦力が発生せず、被測定物を高精度に測定できる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ブローブ本体と、このブローブ本体に対し三次元方向に変位可能に保持されたスタイラスと、このスタイラスの先端部に配置された磁性体からなる球と、この球をスタイラスに近づく方向に磁氣的に吸引する吸引手段と、前記球に向かって空気を噴出して球をスタイラスから離れる方向に付勢する付勢手段と、前記吸引手段の吸引力および付勢手段の付勢力の少なくとも一方を調整して球をスタイラスから所定間隔離れた位置に保持する間隔調整手段と、を備えることを特徴とする三次元測定機用ブローブ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、三次元測定機用ブローブに係り、特にブローブと被測定物とを互いに接触させた状態で被測定物の表面に倣って相対移動させ、三次元曲面等を有する被測定物表面の座標や形状を求める三次元測定機の倣いブローブ等に利用できる。

【0002】

【背景技術】被測定物表面の座標や形状、特に、三次元曲面を有する被測定物表面の座標や形状を測定する三次元測定機として、例えば図7に示すように、ブローブ本体71に先端が球状のスタイラス72を三次元方向へ変位可能に保持し、つまり、ブローブ本体71に対してZ軸方向へ変位可能な一対の平行ばね73、Y軸方向へ変位可能な一対の平行ばね74およびX軸方向へ変位可能な一対の平行ばね75を介してスタイラス72を保持し、この各平行ばね73、74、75の変位量つまりスタイラス72のX、Y、Z軸方向への変位量をそれぞれ差動トランス等の変位検出器76（ただし、図7ではY、Z軸方向の検出器を省略してある。）で検出するように構成したブローブ70を備え、このブローブ70を予め設定されたプログラムに従って被測定物の表面に倣って移動させながら被測定物の座標や形状を測定する三次元測定機が知られている。

【0003】この三次元測定機で三次元曲面を有する被測定物表面の座標や形状を測定する場合、ブローブ本体71に対してスタイラス72が変位するように、ブローブ本体71を所定の測定力で被測定物側に押し込んだ状態でブローブ70を被測定物表面に倣って移動させる。

【0004】もし、スタイラス72と被測定物との間に摩擦が生じなければ、スタイラス72の変位方向つまりスタイラス72に働く変位ベクトルの方向は、被測定物表面の法線方向にはかならない。従って、スタイラス72と接触する被測定物表面の接点位置C（ C_x, C_y, C_z ）は、スタイラス72の球の中心位置を原点とすると数1に示すようになる。

【0005】

【数1】

$$C_x = (r/e) P_x$$

$$C_y = (r/e) P_y$$

$$C_z = (r/e) P_z$$

【0006】ただし、 r はスタイラス72の球の半径、 P_x, P_y, P_z はブローブ本体71に対するスタイラス72の各軸方向変位量、 e は $(P_x^2 + P_y^2 + P_z^2)^{1/2}$ である。

【0007】従って、ブローブ70（ブローブ本体71）の各軸方向変位量（座標）を X_1, Y_1, Z_1 とすると、三次元測定機全体の座標からみた場合の接点位置C（ C_x, C_y, C_z ）は数2に示すようになる。

【0008】

【数2】

$$C_x = X_1 + P_x - (r/e) P_x$$

$$C_y = Y_1 + P_y - (r/e) P_y$$

$$C_z = Z_1 + P_z - (r/e) P_z$$

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このような考え方は、被測定物表面とスタイラス72との間に摩擦が生じない場合のみ成り立つものであって、現実には摩擦の影響によってスタイラス72に働く変位ベクトルの方向が被測定物表面の法線方向からずれてしまうので、測定誤差を生じる。

【0010】例えば、図8に示すように、三次元測定機のX-Z軸平面においてX軸に対して角度 θ の斜面を有する被測定物に、Z軸に沿って上方からブローブ70を下降させて被測定物に接触させた場合、最初スタイラス72の球は中心座標Oの位置にあるが、ブローブ70を測定力PでZ軸方向から被測定物に押しつけて測定すると、もし球と被測定物との間に摩擦がなければ、ブローブ70内のばね73、75が撓み、球の中心はO₁の位置となる（なお、図8ではブローブ70およびスタイラス72はY軸方向に変位しないものとし、平行ばね74を省略してある）。そして、この時のスタイラス72の球と被測定物との接触位置Cは、ブローブ本体71の位置つまり三次元測定機の各スケールの読み取り位置（ X_1, Y_1, Z_1 ）と、ばね73、75の撓み量（ P_x, P_z ）を前記数1に代入することで求められる。

【0011】しかしながら、実際にはスタイラス72の球と被測定物との間に摩擦が生じるため、球は中心座標がO₂の位置までしか移動しない。この際、摩擦力がなければスタイラス72に働く力のベクトルP₁の方向は、被測定物表面の法線方向つまり球の中心O₁を通る方向となるが、摩擦力が生じるとその影響により、スタイラス72に働く力のベクトルP₂の方向は、摩擦力が働く方向にずれて球の中心O₂から外れてしまい、数1

を用いて接触位置C₁を求めると測定誤差が生じる。

【0012】そこで、摩擦係数 μ を0にすることができ
る状態、つまり摩擦が測定に影響しないような状態で測
定する方法として、例えばスタイラスに振動を加えて摩
擦係数を等価的に減少させる測定方法が知られている
が、スタイラスの振動制御が難しく、実用的ではなかつ
た。また、被測定物に対して常に直交方向からプローブ
を当接させることで摩擦の影響を無くす方法も考えられ
るが、被測定物の測定面が三次元曲面の場合には常時
プローブを被測定物の直交方向から当接させることは困難
であり、実用的ではなかった。このように、特に被測定
物の測定面が三次元曲面の場合には、従来のプローブを
用いた三次元測定機では高精度の測定を行うことができ
なかった。

【0013】本発明の目的は、プローブと被測定物との
間に発生する摩擦を無くすことができ、三次元曲面を有
する被測定物であっても高精度に測定することができる
三次元測定機用プローブを提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の三次元測定機用
プローブは、プローブ本体と、このプローブ本体に対し
三次元方向に変位可能に保持されたスタイラスと、この
スタイラスの先端部に配置された磁性体からなる球と、
この球をスタイラスに近づく方向に磁気的に吸引する吸
引手段と、前記球に向かって空気を噴出して球をスタイ
ラスから離れる方向に付勢する付勢手段と、前記吸引手
段の吸引力および付勢手段の付勢力の少なくとも一方を
調整して球をスタイラスから所定間隔離れた位置に保持
する間隔調整手段と、を備えることを特徴とするもので
ある。

【0015】

【作用】本発明においては、スタイラスの先端に配置さ
れた球は、吸引手段の吸引力と付勢手段の付勢力の釣り
合いによってスタイラスから所定間隔離れた位置に保持
される。このため、スタイラスを被測定物の測定面に押
下してもスタイラスと球とが離れているため、球は自由
に回転でき、これにより被測定物との間に摩擦力が生じ
ず、被測定物を高精度に測定することが可能となる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の第1実施例を図1および図2
に基づいて説明する。図1および図2に示すように、本
実施例の三次元測定機用プローブ1は、図示しないプロ
ーブ本体に平行ばねを介して三次元方向に変位可能に支
持されたスタイラス2と、このスタイラス2の先端に配
置された磁性体からなる球3とを備えている。スタイラ
ス2の先端部には、中心軸にエア供給孔4が形成された
エア供給部5が設けられている。エア供給孔4の一端側
は、管6を介してポンプ等のエア供給源7に接続されて
いる。なお、管6の途中には、空気圧検知器8および空
気圧調整弁9が配置されている。

【0017】このエア供給部5の周囲には、エア供給孔
4を中心とする円周方向に巻回されたコイル10を保持
するコイル保持部材11が取付けられている。コイル1
0は、コイル10に所定電圧を印加して磁気回路を形成
する駆動回路12に接続されている。また、コイル10
の先端側には、球3の位置変化を検出するためのコイル
13が巻回されている。コイル13には、スタイラス2
に対する球3の位置によって変化するコイル13のイン
ダクタンスを検出し、コイル10に印加される電圧の大
きさを変えらるるよう駆動回路12を制御する制御回路1
4が接続されている。なお、駆動回路12は、空気圧調
整弁9の制御も行うように構成されている。

【0018】エア供給部5およびコイル保持部材11の
先端側には、ノズル部材15が取付けられている。ノズ
ル部材15は、エア供給孔4に連通しかつエア供給孔4
側が面取りされたノズル16を備え、ノズル16の先端
側には、球3の周面に合わせて半球状の凹部17が形成
されている。この凹部17は、球3との隙間がノズル1
6が設けられた中心側が外周側に比べて大きくなるよう
に形成されており、ノズル16から放出された圧縮空気
が広がって外周全てに向かって供給されるように構成さ
れている。

【0019】このような本実施例では、駆動回路12に
よりコイル10に電圧を印加して磁気回路を形成し、球
3をスタイラス2に近づく方向に吸引するとともに、エ
ア供給源7から、空気圧調整弁9、管6、エア供給孔
4、ノズル16を介して球3に向かって圧縮空気を噴出
して球3をスタイラス2から離れる方向に付勢し、球3
を凹部17から所定間隔離れた位置に保持する。この
際、球3が被測定物に接触してもスタイラス2に対する
球3の位置関係が変わることがないように、薄く高圧の
エアフィルムによって非接触に保持する必要がある。こ
のため、空気圧検知器8でエア供給源7から供給される
空気圧の変化を検出し、空気圧変化に応じて駆動回路1
2により空気圧調整弁9を調整して供給空気圧を一定に
保つ。この時、球3の凹部17に対する位置が変化する
と、コイル13のインダクタンスも変化する、この変化は
制御回路14にフィードバックされる。制御回路14

は、駆動回路12を制御してコイル10に印加する電圧
を変化させ、これにより磁気回路の吸引力が調整され
るため、球3は常時凹部17から一定間隔離れた位置に保
持される。従って、供給される圧縮空気によって球3お
よびスタイラス2間に設けられるエアフィルムの厚さが
一定に保たれ、エアフィルムの強度も維持される。ま
た、駆動回路12は、空気圧が切れたり、一定以下にな
った場合にはランプ等で警報するとともに球3が落下し
ないように磁力を付与しているように構成されている。

【0020】なお、球3の保持は、前述のように空気圧
を一定とし、磁気回路の吸引力を調整する方法に限ら
ず、磁気回路の吸引力を一定として球3の位置変化に応

じて空気圧を調整してもよいし、磁気回路および空気圧の両方を適宜調整してもよい。さらに、エアフィルムの厚さを測定して一定に保つためにフィルム圧検知装置を設け、その信号を制御回路14で処理して駆動回路12にフィードバックし、空気圧または磁力を調整してもよい。

【0021】従って、コイル10、駆動回路12により本発明の吸引手段が構成され、エア供給源7、空気圧調整弁9、空気圧検知器8、エア供給孔4、ノズル16等により本発明の付勢手段が構成され、コイル13、制御回路14により本発明の間隔調整手段が構成される。

【0022】このようなプローブ1を所定の測定力を加えて被測定物に当接させ、表面に倣って移動させると、球3が被測定物の表面形状に応じて変位し、この球3の変位に伴い球3および凹部17間の空気層を介してスタイラス2も変位する。この際、球3はスタイラス2の凹部17から離れて保持されているのでプローブ1を移動させた場合に自由に回転し、球3と被測定物との間では摩擦力が生じない。このため、プローブ本体に対するスタイラス2の変位を従来と同様にプローブ本体内に各軸毎に設けられた変位検出器で検出し、このプローブ本体に対するスタイラス2の変位量と、三次元測定機の座標系でのプローブ1の変位量とを前記数1に代入することで、球3と被測定物との接触位置が高精度に求められる。

【0023】このような本実施例によれば、プローブ1の被測定物に当接される球3をスタイラス2に近づく方向に磁気的に吸引する吸引手段と、球3に向かって空気を噴出して球3をスタイラス2から離れる方向に付勢する付勢手段とを設けたので、球3をスタイラス2から所定間隔離れた状態で保持できる。このため、球3を被測定物に当接させた状態でプローブ1を移動させても、球3は自由に回転して球3および被測定物間に摩擦力が発生しないので、被測定物の形状等を高精度に測定することができる。

【0024】また、球3の位置変化を検出して駆動回路12を制御するコイル13および制御回路14を設けたので、球3を常にスタイラス2の凹部17から一定間隔離して保持することができる。このため、球3がスタイラス2の凹部17に密着したり、球3がスタイラス2から落下するなどの事故を防止でき、常に高精度の測定を行うことができる。さらに、球3は上面側にスタイラス2が設けられているだけで、その他の部分は露出されているので、被測定物が球3の下面に当接する場合だけでなく、球3の側面に当接する場合でも測定することができる。このため、三次元曲面等を有する複雑な形状の被測定物でも高精度に測定することができる。

【0025】図3および図4には、本発明の第2実施例が示されている。本実施例の三次元測定機用プローブ20は、前記第1実施例とスタイラス2の先端部分の構成

のみが異なるものであり、その他の部分、例えばエア供給源7、駆動回路12、制御回路14等の構成は前記第1実施例と同一である。

【0026】図3に示すように、プローブ20のスタイラス2の先端部分の中心には円筒21が設けられ、この円筒21の周囲にエア供給孔4が設けられている。円筒21には、永久磁石22が組み込まれ、円筒21の外周にはコイル10およびコイル13が巻回されている。また、スタイラス2の先端には、球3の外周面に合わせて半球状の凹部23が形成されている。

【0027】このような本実施例においても、前記第1実施例と同様の作用効果を得ることができる。すなわち、コイル10による磁気回路および永久磁石22の磁力により球3がスタイラス2に近づく方向に吸引され、エア供給孔4から噴出される空気により球3がスタイラス2から離れる方向に付勢されるため、球3をスタイラス2の凹部23から一定間隔離して保持できる。このため、球3および被測定物間に摩擦力が生じず、被測定物を高精度に測定できる。

【0028】また、永久磁石22を設けたので、前記第1実施例のように、コイル10による磁気回路のみで球3の自重分と付勢手段の付勢力とに応じた吸引力を得る必要がなく、例えば永久磁石22に球3の自重分と球3をスタイラス2の凹部23から一定間隔離するための空気の付勢力との和に応じた吸引力を持たせれば、コイル10は球3が正しい位置から変動した時の補正分の吸引力のみを発生すればよく、このためコイル10に流す実効電力を低減することができるという効果もある。さらに、円筒21に巻回されたコイル10部分を通して空気が供給されるため、コイル10が空冷されてコイル10の発熱を抑えることができる。

【0029】図5には、本発明の第3実施例が示されている。本実施例の三次元測定機用プローブ30は、前記第1および第2実施例が、球3の位置変化をコイル13のインダクタンス変化により検出していたのに対し、スタイラス2の中心軸部分に複数の光ファイバからなる光ファイバ束31を配置し、この光ファイバ束31により球3の位置変化を検出するものである。

【0030】光ファイバ束31は、中心に配置された光ファイバ32と、その周囲に配置された光ファイバ群33とで構成される。この光ファイバ32から光を入射し、球3で反射されて光ファイバ群33により戻ってくる光の光量変化を検出することで球3の位置変化が検出され、光量変化を所定の制御回路により電気信号に変換し、コイル10の駆動回路にフィードバックすることで球3の位置を一定に保つことができる。このような本実施例においても前記各実施例と同様の作用効果を奏することができる。また、光ファイバ束31を利用しているので、電気的あるいは磁気的な影響がなく、球3の位置変化を高精度に検出することができるという効果もある。

る。

【0031】図6には、本発明の第4実施例が示されている。本実施例の三次元測定機用プローブ40は、前記各実施例が球3の位置を検出してコイル10の駆動回路12をフィードバック制御することで球3の位置を一定に保持していたのに対し、スタイラス2の先端の構成を工夫することでフィードバック制御を行わずに球3の位置を一定に保持するものである。

【0032】すなわち、スタイラス2に永久磁石41を組み込むとともに、エア供給孔4の先端開口部分にボラス状の金属あるいはセラミックからなる空気圧調整部材42を設けたものである。この調整部材42によりエア供給孔4を介して供給される空気がまんべんなくかつ一定圧力で球3に向かって噴出されるため、その噴出圧および球3の自重分を支持するように永久磁石41の磁力を設定すれば、球3をスタイラス2から一定間隔離れた位置に保持することができる。このような本実施例においても、前記各実施例と同様の作用効果を奏することができる。また、フィードバック回路やコイル10等が不要であるので、プローブ40の構成を簡単にでき、安価に提供することができるという効果もある。

【0033】なお、本発明は前述の実施例に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。例えば、本発明の間隔調整手段は、前記第1～3実施例のように磁気回路を制御して吸引力を調整して球3の位置調整を行うものに限らず、エア供給源7や空気圧調整弁9を制御して付勢力を調整して球3の位置調整を行うものや、吸引力および付勢力の両方を制御して調整するものでもよい。さらに、吸引力や付勢力を測定中に調整するものに限らず、第4実施例のように吸引力や付勢力が常に一定となるように設定して測定前に調整するものでもよい。要するに、本発明の間隔調整手段は、吸引力または付勢力の少なくとも一方を、測定前あるいは測定中に調整して球3をスタイラス2から所定間隔離れた位置に保持できるものであればよい。

【0034】また、本発明のスタイラス2の形状は、前記第1実施例のように段差を有する凹部17を備えたものでもよいし、前記第2～4実施例のように半球状の凹部23を備えたものでもよく、実施にあたって適宜設定*

すればよい。さらに、磁力を付与する手段は、前記実施例に限らず種々の変形が考えられるが、球3の自重に耐え、球3が被測定物に接触しても十分耐えられるだけの吸引力を有し、しかも圧縮空気による薄く高圧のエアフィルムによって非接触に保持されるような磁気の付与方法であれば適宜選択され得る。

【0035】

【発明の効果】以上の通り、本発明によれば、プローブと被測定物との間に発生する摩擦を無くすることができ、三次元曲面を有する被測定物であっても高精度に測定することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の三次元測定機用プローブを示す縦断面図である。

【図2】図1のII-II線に沿った平断面図である。

【図3】本発明の第2実施例の三次元測定機用プローブを示す縦断面図である。

【図4】図3のIV-IV線に沿った平断面図である。

【図5】本発明の第3実施例の三次元測定機用プローブを示す縦断面図である。

【図6】本発明の第4実施例の三次元測定機用プローブを示す縦断面図である。

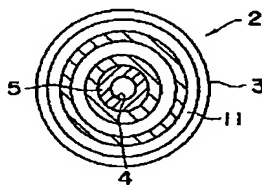
【図7】本発明の従来例の三次元測定機用プローブを示す縦断面図である。

【図8】本発明の従来例の三次元測定機用プローブを示す概略模式図である。

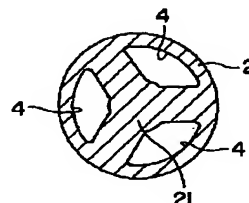
【符号の説明】

- 1, 20, 30, 40 三次元測定機用プローブ
- 2 スタイラス
- 3 球
- 4 エア供給孔
- 7 エア供給源
- 8 空気圧検知器
- 9 空気圧調整弁
- 10, 13 コイル
- 12 駆動回路
- 14 制御回路
- 22, 41 永久磁石
- 31 光ファイバ束
- 42 空気圧調整部材

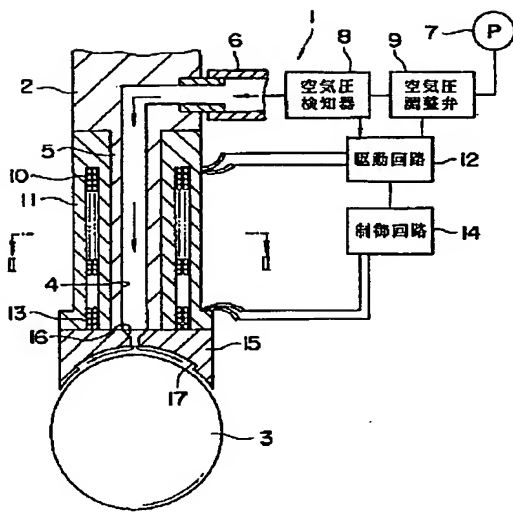
【図2】



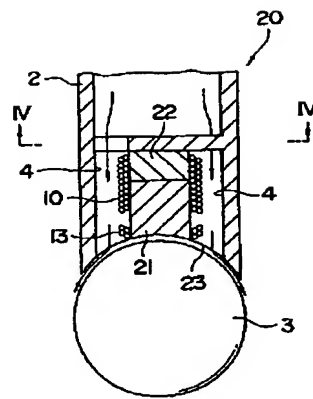
【図4】



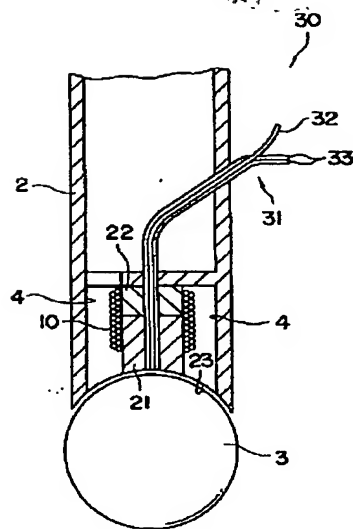
【図1】



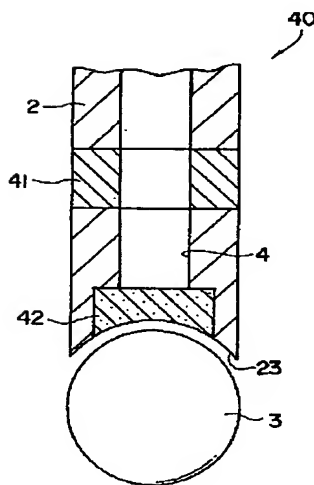
【図3】



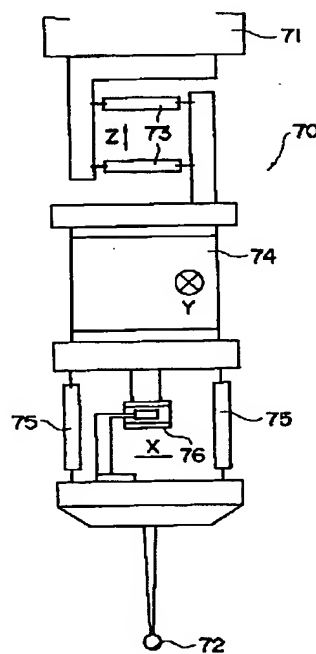
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

